

Modelado de Inferencia y Preferencias en Sistemas Multiagentes utilizando Argumentación

Carlos Iván Chesñevar[†] Jürgen Dix[‡] Guillermo Ricardo Simari[†]
Ana Maguitman[†] Frieder Stolzenburg^{*} Wojciech Jamroga[‡]
Sergio Alejandro Gómez[†] Nils Bulling[‡]

[†]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)
Departamento de Cs. e Ing. de la Computación – Universidad Nacional del Sur
Alem 1253 (8000) Bahía Blanca - Argentina – E-mail: {cic, agm, sag, grs}@cs.uns.edu.ar

[‡] Institut für Informatik, Universität Clausthal
Julius-Albert-Str. 4, D-38678 Clausthal, Germany
Email: dix@tu-clausthal.de, { wjamroga, bulling }@in.tu-clausthal.de

^{*} Fachhochschule Harz (University of Applied Studies and Research)
Department of Automation and Computer Sciences
Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode, Germany
Email: fstolzenburg@hs-harz.de

ABSTRACT

Este artículo presenta una descripción de los principales elementos que caracterizan los desafíos y metas a alcanzar asociados con la integración de inferencia basada en argumentación y preferencias en sistemas multiagentes. Se discute el rol de la Programación en Lógica Rebatible (DeLP), un formalismo argumentativo basado en la programación en lógica para dar soporte a diferentes aspectos de la representación de conocimiento y razonamiento en sistemas multiagentes. También se discute cómo diferentes extensiones de DeLP (particularmente aquellas que involucran la lógica posibilitista y conocimiento vago) pueden ser relevantes en el contexto de sistemas multiagentes.

Palabras Clave: Argumentación, Sistemas Multiagentes, Representación de Conocimiento.

1 INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta una descripción de los principales elementos que caracterizan los desafíos y metas a alcanzar asociados con la integración de inferencia y preferencias basadas en argumentación en sistemas multiagente. Esto corresponde a una línea de investigación que ha sido iniciada en el marco de un proyecto bilateral Argentina-Alemania financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica (SeCyT, Argentina) y por el Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD, Alemania). Las universidades socias de este proyecto son la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, Argentina), la Technische Universität Clausthal (Clausthal, Alemania) y la Fachhochschule Harz (Wernigerode, Alemania). La meta principal del proyecto es el modelado

computacional de procesos de inferencia en sistemas multiagentes [7, 1], capturados a través de extensiones de la denominada Programación en Lógica Rebatible (DeLP) [8], un lenguaje de programación que permite modelar el *razonamiento argumentativo* [4]. Parte de las motivaciones que guían este proyecto es el fructífero trabajo conjunto realizado anteriormente (1999-2001), coordinado por los Dres. Jürgen Dix y Guillermo Simari en el marco del proyecto DeReLop (Automating Defeasible Reasoning with Logic Programming), que fue financiado por la Oficina Internacional del BMBF (Alemania) y la Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva (Argentina).

2 ARGUMENTACIÓN EN DELP Y SUS EXTENSIONES: BREVE RESEÑA

Durante la última década se han desarrollado varios sistemas formales para argumentación [4, 10]. La *Programación en Lógica Rebatible* (DeLP) [8] es uno de tales formalismos, y combina resultados de la teoría de la argumentación rebatible [11] y la programación en lógica. DeLP provee un entorno apropiado para la construcción de aplicaciones que resuelvan problemas del mundo real asociados a información incompleta y contradictoria en dominios dinámicos. En los últimos años ha habido diferentes extensiones de DeLP, que incorporan diferentes elementos relevantes. Así, en [6] se introduce P-DeLP, un nuevo lenguaje de programación en lógica que extiende las capacidades originales de DeLP para razonamiento cualitativo al incorporar el tratamiento de incerteza posibilística y conocimiento vago. Para la formalización se utiliza PGL, una lógica posibilística basada en la lógica fuzzy de Gödel. En otro trabajo reciente [3] se desarrolló el sistema O-DeLP, que refina al lenguaje DeLP pero especializado para el contexto de entornos dinámicos. En O-DeLP se brinda un mecanismo simple pero efectivo para que un agente pueda modelar nuevas percepciones entrantes, modificando su conocimiento sobre el mundo a partir de ellas. Finalmente, en el marco de la Web Semántica se han desarrollado trabajos que tienden a integrar a una extensión de DeLP para manipular conocimiento formulado a través de lenguajes de marcado (*markup languages*). Una de estas extensiones es XDeLP [9], que provee un lenguaje de scripting basado en argumentación.

3 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

Investigaciones recientes han mostrado que DeLP y sus extensiones pueden aplicarse exitosamente para resolver gran número de problemas del mundo real (distribución de conocimiento en empresas [2], sistemas de recomendación [5], procesamiento de lenguaje natural [] etc.). Sin embargo, estos problemas se reducen a contextos de un *único* agente inteligente que razona con información incompleta y potencialmente inconsistente. La evolución de la computación distribuida y las redes de comunicación ha hecho que la comunidad de Inteligencia Artificial haya abordado el desarrollo de sistemas multiagentes que involucra diferentes agentes inteligentes autónomos, con capacidades de razonamiento individuales que deben coordinar sus recursos para poder alcanzar metas o resolver tareas. En este contexto juegan un rol central las preferencias de los agentes, medibles en diferentes dimensiones (e.g. preferir una pieza de conocimiento por sobre otra, preferir interactuar con un agente por sobre otro para resolver un problema colaborativamente en base a su reputación, etc.). Para utilizar DeLP en un contexto multiagente se requiere de diferentes extensiones del formalismo original que permitan representar manipular grados de preferencia adecuadamente, integrando dichas extensiones a través de protocolos de interacción apropiados. Contar con una formalización como la propuesta facilitará desarrollar aplicaciones complejas basadas en sistemas multiagentes. El tema de investigación parte de varios resultados ya obtenidos en el ámbito de las ciencias básicas, y

tiene un impacto directo en el desarrollo de áreas tecnológicas de vanguardia en Ciencias de la Computación que se basan en interacción entre agentes, tales como la especificación de instituciones virtuales y el desarrollo y automatización de mercados y subastas electrónicas a través de Internet.

El proyecto se guiará por el método científico, combinando aspectos relacionados con investigación básica (formalización, estudio de propiedades lógicas, etc.) con aspectos aplicados (especificación e implementación de software, integración de extensiones de DeLP con plataformas multiagentes, etc.). A partir de la conjunción de estos aspectos se espera obtener resultados con impacto tecnológico en el ámbito de Ciencias de la Computación, y con amplias posibilidades de desarrollo de aplicaciones. Durante el primer semestre de trabajo que se ha iniciado se sincronizarán esfuerzos conjuntos entre los grupos de investigación de las distintas universidades intervinientes para definir el marco formal de trabajo. En esta primera etapa de trabajo se utilizarán resultados preliminares en el área de ontologías y argumentación, y se analizará su integración en un contexto multiagente utilizando extensiones de DeLP. Se espera que a partir de esta formulación pueda proveerse una primera especificación formal del sistema.

Posteriormente se consolidará esta especificación formal a partir de la definición de agentes basados en extensiones de DeLP y su interacción a través de protocolos de comunicación (formalizados a través de un lenguaje de diálogos). En una etapa final se abordará la fase de implementación y desarrollo del sistema resultante. Se partirá para ello del sistema DeLP ya implementado en la Universidad Nacional del Sur, y se lo integrará con una plataforma multiagente a nivel prototípico. Se contará para ello con los desarrollos en tecnología multiagente desarrollados en la Universidad de Clausthal. Se realizará la fase de evaluación y testeo final, analizando diferentes casos que resulten relevantes para aplicar el sistema. Se estudiará el comportamiento emergente del sistema resultante y posibilidades de extensiones y desarrollos futuros.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Al culminar la investigación se espera obtener contribuciones en el área de las ciencias básicas y también contribuciones en el ámbito de aplicaciones tecnológicas. Los principales resultados esperados son:

- A nivel de desarrollo de aplicación, se desarrollará la especificación e implementación de un sistema multiagente que permita resolución de problemas a través de trabajo colaborativo utilizando la argumentación rebatible como paradigma subyacente. La argumentación será formalizada a través de extensiones apropiadas del formalismo DeLP (programación en lógica rebatible) actualmente existente. En tal sentido, se espera que los resultados obtenidos brinden una nueva perspectiva para desarrollar herramientas tecnológicas basadas en argumentos que funcionen desde un enfoque multiagente (en lugar de hacerlo desde una perspectiva centralizada, como hasta el momento).
- En el ámbito de la investigación básica, se analizarán las propiedades lógicas emergentes de las extensiones de DeLP en un contexto multiagente. Un estudio de dichas propiedades resulta de utilidad para modelar aspectos epistémico-cognitivos tanto de los agentes autónomos individuales como del sistema en su conjunto. También se estudiarán sistemas lógicos formales que permitan capturar diferentes características del razonamiento de sentido común a través de las extensiones de DeLP.

Transversalmente al desarrollo del proyecto se espera realizar publicaciones en congresos y revistas de la especialidad con los resultados de investigación obtenido. Asimismo, se espera que durante el desarrollo del proyecto los dos estudiantes de doctorado puedan consolidar su formación en investigación, y que el trabajo realizado contribuya a la culminación de sus Tesis doctorales.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación está financiada por los Proyectos 24/N016 y 24/ZN10 (Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Argentina), por CONICET (Argentina) y por el Proyecto Bilateral DA0609 (DAAD-SeCyT).

References

- [1] BORDINI, R. H., DASTANI, M., DIX, J., AND FALLAH-SEGHRUCHNI, A. E., Eds. *Multi-Agent Programming: Languages, Platforms and Applications*, vol. 15 of *Multiagent Systems, Artificial Societies, and Simulated Organizations*. Springer, 2005.
- [2] BRENA, R., AGUIRRE, J., CHESÑEVAR, C., RAMIREZ, E., AND GARRIDO, L. Knowledge and information distribution leveraged by intelligent agents. *Knowledge and Information Systems* (2007).
- [3] CAPOBIANCO, M., CHESÑEVAR, C. I., AND SIMARI, G. Argumentation and the dynamics of warranted beliefs in changing environments. *Intl. Journal on Autonomous Agents and Multiagent Systems (JAAMAS) 11* (Sept. 2005), 127–151.
- [4] CHESÑEVAR, C., MAGUITMAN, A., AND LOUI, R. Logical Models of Argument. *ACM Computing Surveys* 32, 4 (Dec. 2000), 337–383.
- [5] CHESÑEVAR, C., MAGUITMAN, A., AND SIMARI, G. Argument-Based Critics and Recommenders: A Qualitative Perspective on User Support Systems. *Data and Knowledge Engineering* 59, 2 (Nov. 2006), 293–319.
- [6] CHESÑEVAR, C. I., SIMARI, G., ALSINET, T., AND GODO, L. A Logic Programming Framework for Possibilistic Argumentation with Vague Knowledge. In *Proc. of the Intl. Conference in Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI 2004)*. Banff, Canada (June 2004), pp. 76–84.
- [7] DIX, J., KRAUS, S., AND SUBRAHMANIAN, V. S. Heterogeneous temporal probabilistic agents. *ACM Trans. Comput. Log.* 7, 1 (2006), 151–198.
- [8] GARCÍA, A., AND SIMARI, G. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Practice of Logic Programming* 4, 1 (2004), 95–138.
- [9] GÓMEZ, S., CHESÑEVAR, C., AND SIMARI, G. Defeasible reasoning in web-based forms through argumentation. *International Journal of Information Technology and Decision Making (in press)* (2007).
- [10] PRAKKEN, H., AND VREESWIJK, G. Logical Systems for Defeasible Argumentation. In *Handbook of Phil. Logic*, D. Gabbay and F. Guenther, Eds. Kluwer, 2002, pp. 219–318.
- [11] SIMARI, G., AND LOUI, R. A Mathematical Treatment of Defeasible Reasoning and its Implementation. *Artificial Intelligence* 53 (1992), 125–157.